

신갈나무 잎의 용매분획별 항균 및 항산화 효과

공영준 · 강태수* · 이명기** · 박부길** · 오덕환^{†*}

강원도 농업기술원

*충북대학교 식품생명과학과

**강원대학교 식품생명공학부

Antimicrobial and Antioxidative Activities of Solvent Fractions of *Quercus mongolica* Leaf

Young-Jun Kong, Tae-Su Kang*, Myung-Ki Lee**, Boo-Kil Park** and Deog-Hwan Oh^{†*}

Laboratory Agriculture Products Processing Regional Crop Experiment Station,

Kangwon-Do Research and Extension Services, Chuncheon 200-820, Korea

*Dept. of Food Science and Biotechnology, Chungbuk National University, Chongju 373-807, Korea

**Division of Food and Biotechnology, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

Abstract

The ethanol extract of *Quercus mongolica* leaf was fractionated by various organic solvents, and their antimicrobial and antioxidative activities were investigated against several microorganisms. The ethanol extract of *Quercus mongolica* leaf at two thousand µg per disc showed 17~21 mm inhibition zone against Gram positive and Gram negative bacteria. Among the various solvent fractions from ethanol extract of *Quercus mongolica* leaf, the hexane fraction showed the strongest antimicrobial activity. Minimal inhibitory concentration (MIC) of hexane fraction was 250 µg/mL against *Bacillus cereus*, 250~500 µg/mL against *Listeria monocytogenes*, 500 µg/mL against *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhimurium*, *Escherichia coli* O157, and *Pseudomonas aeruginosa*. Also, the hexane and chloroform fraction had the similar antioxidative activity compared to that of butylated hydroxy toluene (BHT).

Key words: antimicrobial and antioxidative activity, food-borne disease bacteria, *Quercus mongolica*

서론

참나무류는 세계적으로 6속, 600종이 있는데 그 중 우리나라에는 4속, 15종이 분포하고 있으며, 대표적인 것이 신갈, 갈참, 졸참, 떡갈, 굴참, 상수리나무이다(1). 신갈나무(*Quercus mongolica* Fischer)는 키가 20 m에 이르고 낙엽교목으로 열병이 거의 없고 잎의 뒷면에 털이 거의 없는 것이 특징이다(2). 신갈나무의 잎과 껍질에는 flavonoid, tannin과 수지 등이 함유되어 있으며, 예로부터 지혈제, 종기 등에 민간 치료제로 사용하여 왔으나(3) 이에 대한 생리활성이나 성분분석에 관한 과학적인 연구보고는 거의 전무하며, 최근 들어 일부에서 몇 개의 참나무 수종을 대상으로 한 기초적인 성분분석과 생리활성 탐색에 관한 연구가 이루어지고 있는 실정이다(4,5).

참나무 추출물에 대한 생리활성에 관한 연구로는, Lee와 Shin(4)이 굴참나무와 갈참나무 잎의 물과 에탄올 추출물로부터 부패와 변질에 관여하는 미생물에 대해 항균효과를 검

색하였는데, 그 결과, 물추출물의 경우, 굴참나무에서는 *Bacillus subtilis*에, 갈참나무의 경우는 *Bacillus subtilis*, *Lactobacillus plantarum*, *Leuconostoc mesenteroides* 및 *Bacillus cereus*에 대하여 각각 항균력이 있음을 보고하였고, 에탄올 추출물도 물 추출물과 유사한 항균활성을 나타낸다고 하였다. 또한 이들은 갈참나무 에탄올 추출물을 각 용매로 분획하여 유해미생물에 대한 농도별 항균력을 검색한 결과, 에틸아세테이트 분획물에서 *Bacillus subtilis* 및 *Bacillus cereus*와 같은 부패와 변질에 관계하는 미생물에 대해 강한 항균활성이 있음을 보고하였다(5). 한편 Ikegami 등(6)은 주로 민간약으로 쓰이는 참나무 추출액인 목초산은 *Trichophyton mentagrophytes*에 대하여 150 µg/mL의 MIC농도에서 3가지의 antidermaphyte 활성이 있음을 보고하였고, Mallea 등(7)은 evergreen oak 잎으로부터 얻은 7종의 *Epicoccum purpurascens*에 대한 항균활성 실험 결과, 2종의 *Epicoccum purpurascens* 추출물이 *Trichophyton mentagrophytes* 및 *Staphylococcus aureus*에 항균활성을 나타내었으며, 이들의

[†]Corresponding author E-mail: deoghwa@kangwon.ac.kr
Phone: 82-33-250-6457, Fax: 82-33-250-6457

TLC 분석 결과 7종의 strain에서 flavipin이 모두 확인되었으며, 가장 항균력이 높은 2종의 추출물에서는 epicorazinc B가 확인된 연구결과를 발표하였다. 그밖에도 참나무 수종 중 *Quercus robur* 추출물에 대한 항산화 활성에 관한 실험결과가 보고되었는데, 활성산소에서 유지되는 세포손상에 대하여 참나무 추출물은 약한 항산화 활성이 있다고 하였다(8). 따라서 본 논문에서는 우리 나라 전국 산림의 27%를 점유(9)하고 있는 참나무를 이용한 천연보존제의 개발 가능성을 탐색하기 위하여 신갈나무 잎으로부터 에탄올추출물을 얻은 후 용매분획하여 항균활성 및 항산화활성을 검색하였다.

재료 및 방법

시료준비

강원도 내 전역에서 1998년 5월부터 9월에 채취한 신갈나무 잎 시료는 먼지 등을 제거하기 위해 깨끗한 물로 수세한 후 원적외선건조기(KFD-101B, Sirik Ltd., Korea)로 60°C에서 12시간 건조한 후, 건식분쇄기(Samsung Electronics, CR-581W, Korea)로 분쇄하고, 표준체 150 mesh(Standard testing sieve, ITOH Co., Japan)로 체를 친 다음 균질한 분말시료를 추출용 시료로 사용하였다.

추출물의 조제

신갈나무의 추출은 수직으로 환류냉각관을 부착시킨 flask 내에 500 g의 분말시료를 넣고 시료중량의 10배량의 75% 에탄올을 가하여 60°C의 수욕상에서 6시간동안 2회 반복 추출한 후 감압여과장치로 여과하였다. 여액을 rotary vacuum evaporator(Eyela N-N-series, Japan)를 사용하여 농축하고 이를 동결건조한 후 밀봉하여 4°C의 냉장고에 보관하면서 실험에 사용하였다.

신갈나무 에탄올 추출물의 유기용매별 분획

75% 에탄올 추출물을 극성이 다른 용매를 이용하여 단계적으로 분획하였다. 즉, Fig 1에 나타낸 바와 같이 에탄올 추출물과 헥산, 물을 1:10:9의 비율로 혼합하여 추출 분획한 후 rotatory vacuum evaporator로 농축하여 헥산 분획물을 얻었다. 수층 분획은 분획여두에서 다시 클로로포름, 에틸아세테이트 및 부탄올로 추출하여 이로부터 각각 클로로포름, 에틸아세테이트, 부탄올 및 수층 분획물을 얻은 후 농축하고 이를 동결건조하여 건조 후 증발잔사의 양을 시료 건물량에 대한 백분율로 나타내어 추출수율을 계산하였다.

사용균주 및 분획물의 항균력 검색

항균시험에 사용된 균주 및 배지는 Table 1과 같다. 항균 실험은 paper disc method를 이용하였다. 즉, 멸균된 tryptic soy agar(TSA, Difco)배지를 petridish에 15 mL씩 분주하여 응고시키고, tryptic soy broth에서 35°C로 24시간 전배양한 각종 시험균액을 무균적으로 첨가하여 잘 혼합한 중층용 매

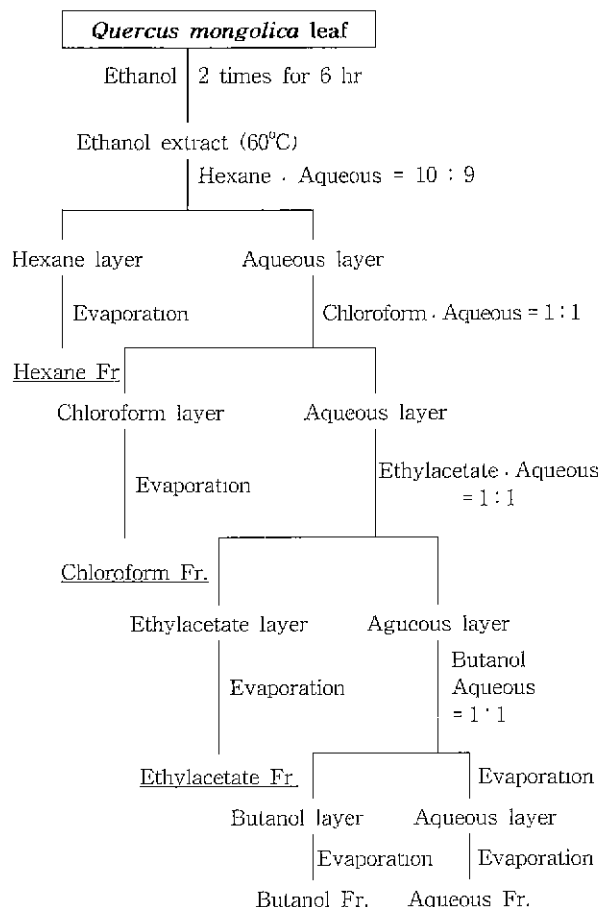


Fig. 1. Solvent fractionation flow chart of *Quercus mongolica*.

Table 1. List of test microorganisms and media used for antimicrobial experiment

Microorganisms	Media
Gram positive bacteria	Tryptic soy agar/broth
<i>Bacillus cereus</i> ATCC 13720	
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	
<i>Listeria monocytogenes</i> ATCC 19111	
<i>Listeria monocytogenes</i> ATCC 43256	
<i>Listeria monocytogenes</i> ATCC 15313	
<i>Listeria monocytogenes</i> ELM	
<i>Listeria monocytogenes</i> F5027	
<i>Listeria monocytogenes</i> F5069	
<i>Listeria monocytogenes</i> TY4	
<i>Listeria monocytogenes</i> TY16	
<i>Listeria monocytogenes</i> Scott A	
Gram negative bacteria	Tryptic soy agar/broth
<i>Salmonella typhimurium</i> ATCC 14028	
<i>Escherichia coli</i> O157:H7 0019	
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 27853	

지를 5 mL씩 기층용 매지 위에 분주하여 2종의 평판배지를 만들었다. 각 추출물을 멸균된 paper disk에 일정량씩 흡수시킨 후, TSA 배지에 올려놓고 난 다음, 35°C의 incubator에서 24~48시간 배양하여 disk 주변의 clear zone(mm)을 측정하였다.

분획물의 생육저해효과

동결건조한 각 분획물은 dimethylsulfoxide(DMSO)로 녹인 후 0.45 µm-membrane filter로 제균하고 농도별로 멸균한 broth에 첨가하여 혼합하였다. 각 시험군의 초기농도를 1×10^5 CFU/mL 되도록 접종하여 Bioscreen C(Labsystems, FP-1100-C, Finland)로 35°C에서 24시간 배양하면서 균의 생육을 O.D. 값으로 측정하였다.

항산화력 검정

신갈나무 잎을 물, 75% 에탄올 및 75% 메탄올로 각각 60°C에서 6시간 2회 추출하여 이를 동결건조한 다음 시료로 사용하였다. 항산화 검정은 α -tocopherol을 대조군으로 하여 Mitsuda 등(10)과 Sidwell 등(11)의 방법에 의한 thiobarbituric acid(TBA)가를 이용하였다. 즉, linoleic acid를 0.03 M이 되도록 0.1 M phosphate buffer(pH 7.0)와 ethanol 혼합용매(4:1, v/v)에 첨가하여 기질용액을 조제하였다. 기질용액 20 mL에 0.1 M phosphate buffer 19.2 mL와 1% 시료용액 0.8 mL를 첨가하여 40±1°C 항온기에서 12시간 간격으로 84시간까지 진탕반응시키면서 시료를 채취하여 경시적으로 TBA가를 측정하였다. TBA가의 측정은 시료액 2.0 mL에 35% TCA(trichloroacetic acid)용액 1.0 mL와 0.75% TBA(Sigma T-5500) 시약 2.0 mL를 가하여 혼합한 후 끓는 항온수조에서 40분간 반응시켜 실온으로 냉각하고 acetic acid 1.0 mL와 chloroform 2.0 mL를 가하였다. 3,000×g에서 5분간 원심분리한 다음 상등액의 흡광도를 532 nm에서 측정하여 TBA값을 구하였다.

결과 및 고찰

신갈나무 잎 에탄올 추출물의 유기용매 분획별 수율

신갈나무 잎 에탄올 추출물의 활성성분에 대한 특성을 검토하고자 극성이 다른 유기용매인 hexan, chloroform, 에틸아세테이트, 부탄올 및 물로 순차적으로 분획하여 추출하였으며(Fig. 1) 그 수율은 Table 2와 같다. 물에 의한 추출 수율이 25.99%로 가장 높았으며, hexan은 9.29%로 물층 다음으로 수율이 높았으며, 에틸아세테이트 및 부탄올의 경우는 평균 5%정도이었다. 반면에 클로로포름 분획물은 4.52%로 가장 낮았다.

신갈나무 잎 에탄올 추출물의 항균성 검색

신갈나무 잎 에탄올 추출물의 균종별 항균력을 조사한 결과는 Table 3과 같다. 신갈나무 잎 에탄올 추출물은 2,000 µg/disc의 농도에서 *Bacillus cereus*와 *Staphylococcus aureus*에 대해 각각 18 mm의 생육억제대를 나타내었으며, *Listeria monocytogenes*에 대해서는 균주별로 17~21 mm의 생육억제대를 나타내었다. 또한, *Escherichia coli* O157:H7과 *Pseudomonas aeruginosa*에 대해서는 각각 15 mm, *Salmonella typhimurium*에 대해서는 17 mm의 생육억제대를 나타내어,

Table 2. The fraction yields of solvent fractions extracted from ethanol extracts of *Quercus mongolica* leaf

Solvents	Yield (% , w/w)
Hexane	9.29
Chloroform	4.52
Ethylacetate	5.94
Butanol	5.22
Water	25.99
Total	50.96

Table 3. Antimicrobial activity of ethanol extract of *Quercus mongolica* on the microorganisms

Microorganisms ¹⁾	Clear zone (mm) ²⁾
<i>Bacillus cereus</i> ATCC 13720	18
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	18
<i>Listeria monocytogenes</i> ATCC 19111	21
<i>Listeria monocytogenes</i> ATCC 43256	20
<i>Listeria monocytogenes</i> ATCC 15313	20
<i>Listeria monocytogenes</i> ELM	19
<i>Listeria monocytogenes</i> F5027	20
<i>Listeria monocytogenes</i> F5069	20
<i>Listeria monocytogenes</i> TY4	17
<i>Listeria monocytogenes</i> TY16	18
<i>Listeria monocytogenes</i> Scott A	20
<i>Salmonella typhimurium</i> ATCC 14028	17
<i>Escherichia coli</i> O157:H7 0019	15
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 27853	15

¹⁾Final cell concentration for each bacterium was approximately 1×10^5 CFU/mL

²⁾Two thousand µg of extract was absorbed into paper disc (Ø8 mm) and the diameter of clear zone was measured.

신갈나무 잎 에탄올 추출물은 그람양성 및 음성균 모두에 대해 강한 항균활성을 가지는 것으로 확인되었다.

신갈나무 잎 분획물의 항균성 검색

항균성물질 분리의 초기 단계로서 극성이 다른 용매로 순차 분획한 에탄올 추출물에 대한 항균활성을 검토한 결과를 Table 4에 나타내었다. hexan과 클로로포름 분획물에서만 항균력이 나타났으며 에틸아세테이트, 부탄올 및 물 분획물의 경우 모든 대상 피검균에 대해 항균활성이 나타나지 않았다. hexan 분획물은 에탄올 추출물의 항균력 검사시 항균효과가 있었던 대상 균주 모두에 대하여 항균력을 나타내었으며 비교적 그람음성 세균보다 그람양성 세균에 대하여 더 강한 항균력을 보였다. 한편, 그람양성과 그람음성 세균들 중에서 비교적 항균력이 높게 나타난 *L. monocytogenes* 균은 균종별로 항균력의 차이를 보였으며 inhibition zone이 12 mm이상이 되는 균주는 ATCC 19111, 43256, 15313 및 Scott A이었다. 그람음성 세균에 대한 항균력의 경우 *S. typhimurium* ATCC 14028 및 *E. coli* O157:H7 0019 균들에 대해서는 9 mm의 inhibition zone을 나타내어 *P. aeruginosa* ATCC 27853에 비해 항균력이 다소 떨어지는 것으로 나타났다. 클로로포름 분획물의 경우 그람음성 세균에 대해 항균활성이 나타나지 않았으며 그람양성 세균에 대해서는 hexan 분획물에 비해 비

Table 4. Antimicrobial activities¹⁾ of different solvent fractions on test microorganisms

Microorganisms ²⁾	Solvents	Inhibition zone (mm)				
		Hexane	Chloroform	Ethylacetate	Butanol	Water
<i>B. cereus</i> ATCC 13720		12	9	ND ³⁾	ND	ND
<i>S. aureus</i> ATCC 25923		10	ND	ND	ND	ND
<i>L. monocytogenes</i> ATCC 19111		13	10	ND	ND	ND
<i>L. monocytogenes</i> ATCC 43256		13	10	ND	ND	ND
<i>L. monocytogenes</i> ATCC 15313		12	ND	ND	ND	ND
<i>L. monocytogenes</i> ELM		10	ND	ND	ND	ND
<i>L. monocytogenes</i> F 5027		11	9	ND	ND	ND
<i>L. monocytogenes</i> F 5069		10	ND	ND	ND	ND
<i>L. monocytogenes</i> TY4		10	ND	ND	ND	ND
<i>L. monocytogenes</i> TY16		10	ND	ND	ND	ND
<i>L. monocytogenes</i> Scott A		13	10	ND	ND	ND
<i>S. typhimurium</i> ATCC 14028		9	ND	ND	ND	ND
<i>E. coli</i> O157:H7 0019		9	ND	ND	ND	ND
<i>P. aeruginosa</i> ATCC 27853		10	ND	ND	ND	ND

¹⁾Five hundred µg of solvent extracts was absorbed into paper disc (Ø8 mm) and the diameter (mm) of clear zone was measured.

²⁾Final cell concentration for each bacterium was approximately 1×10⁵ CFU/mL.

³⁾Not detected.

교적 낮은 항균활성을 나타내었다. hexan 분획물이 모든 *L. monocytogenes* 균에 대해 항균력을 나타낸 것과 비교해서 클로로포름 분획물에서는 10개의 *L. monocytogenes* 균주 중 4개의 균주에 대해서만 약한 항균력을 보였다. 신갈나무 잎 에탄올 추출물보다 그 용매분획물의 활성이 보다 낮은 경향을 나타내는 것은 분획 추출과정에서 활성성분이 hexan과 클로로포름 층으로 나뉘어졌기 때문으로 판단된다.

신갈나무 잎 분획물의 최소저해농도 및 생육저해효과

신갈나무 잎의 용매 분획물에 대한 최소저해농도와 농도별 생육억제효과를 살펴본 결과, Table 4에 나타낸 바와 같이 paper disc 방법을 사용한 결과와 일치함을 알 수 있었다. hexan 분획물은 *L. monocytogenes* 균 중에서 ATCC 19111, 43256, F5027 및 Scott A 균들과 *B. subtilis* ATCC 6633 균만이 250 µg/mL 농도에서 최소저해농도를 나타내었고, 나머지 6종의

L. monocytogenes, *S. aureus* ATCC 25923, *S. typhimurium* ATCC 14028, *E. coli* O157:H7 0019 그리고 *P. aeruginosa* ATCC 27853 균의 최소저해농도는 500 µg/mL이었다. 클로로포름 분획물의 경우에는 *L. monocytogenes* ATCC 19111, 43256, F5027 및 Scott A 균에 대해서만 500 µg/mL 농도에서 최소저해농도를 나타내었다. 그 이외의 분획물에서는 500 µg/mL 이하의 농도 범위에서 전혀 항균활성이 나타나지 않았다 (Table 5)

이러한 MIC 결과를 경시적으로 보여주기 위해 hexan 분획물에 의한 피검균의 생육억제 효과의 실험 결과를 Fig. 2에 나타내었다. 그람양성균들은 500 µg/mL의 hexan 분획물 첨가시 40시간까지 균의 증식이 일어나지 않았다. 250 µg/mL의 hexan 분획물 첨가시 *B. subtilis* ATCC 6633 균은 40시간 이후부터, *S. aureus* ATCC 25923 균은 16시간 이후부터 균

Table 5. Minimal inhibitory concentrations¹⁾ of different solvent fractions on test microorganisms

Microorganisms ²⁾	Solvents fractions	MICs (µg/mL)			
		Hexane	Chloroform	Ethylacetate	Butanol
<i>B. cereus</i> ATCC 13720		250	>500	>500	>500
<i>S. aureus</i> ATCC 25923		500	>500	>500	>500
<i>L. monocytogenes</i> ATCC 19111		250	500	>500	>500
<i>L. monocytogenes</i> ATCC 43256		250	500	>500	>500
<i>L. monocytogenes</i> ATCC 15313		500	>500	>500	>500
<i>L. monocytogenes</i> ELM		500	>500	>500	>500
<i>L. monocytogenes</i> F 5027		250	>500	>500	>500
<i>L. monocytogenes</i> F 5069		500	500	>500	>500
<i>L. monocytogenes</i> TY4		500	>500	>500	>500
<i>L. monocytogenes</i> TY16		500	>500	>500	>500
<i>L. monocytogenes</i> Scott A		250	500	>500	>500
<i>S. typhimurium</i> ATCC 14028		500	>500	>500	>500
<i>E. coli</i> O157:H7 0019		500	>500	>500	>500
<i>P. aeruginosa</i> ATCC 27853		500	>500	>500	>500

¹⁾The MICs represents the lowest concentration of antimicrobials activities that showed no growth after 24 hrs incubation at 35°C.

²⁾Final cell concentration for each bacteria was approximately 1×10⁵ CFU/mL.

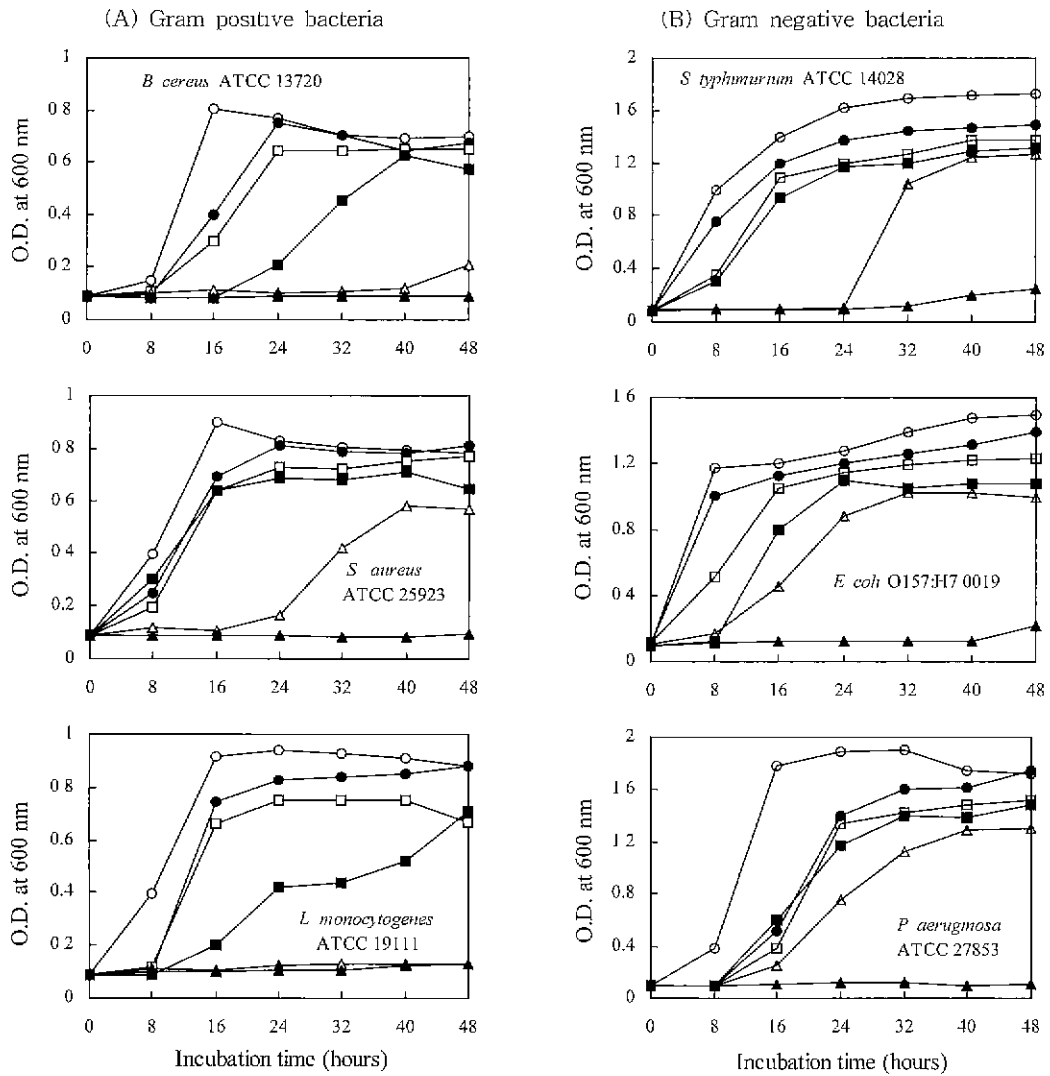


Fig. 2. Inhibitory effects of hexane fraction from ethanol extracts of *Quercus mongolica* against various pathogenic bacteria. ○- Control, ●- 31.25 µg/mL, ◻- 62.5 µg/mL, ■- 125 µg/mL, △- 250 µg/mL, ▲- 500 µg/mL

의 증식이 시작되었다. 그람음성균들은, 500 µg/mL의 헥산 분획물 농도에서 *S. typhimurium* ATCC 14028균이 24시간 이후부터, *E. coli* O157:H7 0019균이 40시간 이후부터 증식 가능하였다. 그러나 *P. aeruginosa* ATCC 27853균은 500 µg/mL의 헥산 분획물 농도에서 48시간동안 균의 증식이 억제되었다. 본 결과에서 나타난 바와같이 신갈나무 헥산 분획물은 *L. monocytogenes*나 *S. aureus*같은 그람양성 식중독균에 대하여 250 µg/mL 농도 이상에서는 매우 강한 항균력을 나타냈으며 *S. typhimurium*이나 *E. coli* O157:H7같은 그람음성 식중독균에 대하여는 500 µg/mL농도 이상에서 강한 항균력을 냈다. 따라서 이러한 신갈나무 헥산 분획물의 강한 항균력은 상업적으로 이용되고 있는 솔빈산이나 벤조익산에 비하여 더 강한 항균력을 나타내는 것으로 보아 향후 새로운 천연 보존제로서의 가능성을 시사하였다(12,13).

분획물의 항산화력 검증

Linoleic acid(0.03 M)를 ethanol 혼합용매(4 : 1, v/v)에 첨

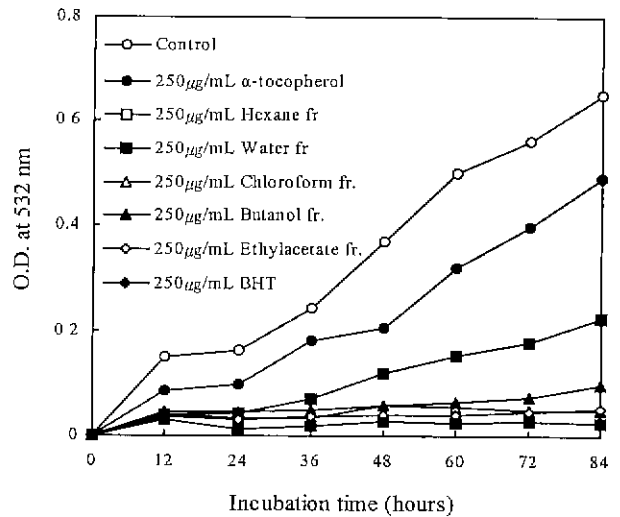


Fig. 3. Antioxidative activities of solvent fractions extracted from *Quercus mongolica* leaf.

가하여 조제한 기질용액을 사용하여 40°C에서 84시간 동안 저장하면서 신갈나무 잎 에탄올 추출물의 항산화력을 TBA가의 변화로 나타낸 결과는 Fig. 3과 같다. 모든 분획물들의 항산화 활성은 α -tocopherol보다 높은 활성을 나타내었으며, 분획물간의 항산화력은 헥산>클로로포름>에틸아세테이트>부탄올 순이었다. 특히, 헥산과 클로로포름 분획물은 같은 250 μ g/mL농도에서 합성 항산화제인 BHT와 거의 유사한 정도의 높은 항산화 효과를 나타내어, 향후 천연 항산화제로서의 개발 가능성이 있을 것으로 사료된다.

요 약

여러 종류의 식중독 미생물에 대해 항균활성을 나타내는 신갈나무 잎의 에탄올 추출물로부터 항균력을 나타내는 유효성분을 분석하기 위하여 각 유기용매로 활성성분을 분획 추출한 다음 이 추출물로부터 여러 종류의 식중독 세균에 대한 항균성과 항산화성을 검색하였다. 신갈나무 잎 에탄올 추출물은 2,000 μ g/disc의 농도에서 그람양성 및 그람음성균에 대해 17~21 mm의 생육억제대를 나타내었다. 극성이 다른 용매로 순차 분획한 에탄올 추출물의 항균활성은 헥산과 클로로포름 분획물에서 항균력을 나타내었으며, 각각의 추출 수율은 9.29%와 4.52%였다. 신갈나무 잎 에탄올 추출물의 헥산 분획물의 MIC는 *B. cereus*에 대해 250 μ g/mL, *L. monocytogenes*에 대해 250~500 μ g/mL, 그리고 *S. aureus*, *S. typhimurium*, *E. coli* O157, *P. aeruginosa*에 대해 500 μ g/mL를 나타내었다. 한편, 분획물에 대한 항산화 활성은 헥산>클로로포름>에틸아세테이트>부탄올>물층 순으로 활성을 보였으며, 특히, 헥산과 클로로포름 분획물은 합성 항산화제인 BHT와 거의 유사한 항산화력을 나타내었다.

문 헌

- 1 윤중하 : 임학개론. 강원대학교출판부, 춘천, p.29-30 (1994)
- 2 이창복 : 대한식품도감. 향문사, 서울, p.990 (1979)
- 3 일월서각 : 약초의 성분과 이용. 과학백과사전출판사, 서울, p.140-142 (1991)
- 4 Lee, B.W. and Shin, D.H. : Screening of natural antimicrobial plant extract on food spoilage microorganisms. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **23**, 200-204 (1991)
- 5 Lee, B.W. and Shin, D.H. : Antimicrobial effect of some plant extracts and their fractionates for food spoilage microorganisms. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **23**, 205-211 (1991)
- 6 Ikegami, F., Sekine, T. and Fujii, Y. : Antidermatophyto activity of phenolic compounds in "Mokusku-Eki". *Yakugaku Zasshi*, **118**, 27-30 (1988)
- 7 Mallea, M., Pesando, D., Bernard, P. and Khoualene, B. Comparison between antifungal and antibacterial activities of several strains of *Epilicoccus purpurascens* from Mediterranean area. *Mycopathologia*, **115**, 83-88 (1991)
- 8 Hitoshi, M., Sachiko, S., Takamasa, A. and Hiromu, S. : Active-oxygen scavenging activity of plant extracts. *Biol. Pharm. Bull.*, **18**, 162-166 (1995)
- 9 Korea Forest Research Institute : Studies on the development and utilization of Korea oak resources. *Ministry of Science and Technology*, **3**, 213-215 (1998)
- 10 Mitsuda, II., Yasumoto, K. and Iwami, K. : Antioxidative action of indole compounds during the autoxidation of lipoic acid. *Nippon Eiyo Shokuryo Gakkaishi*, **49**, 210-217 (1996)
- 11 Sidwell, C.G., Salwin, H.M. and Mitchell, Jr. J.H. : The use of thiobarbituric acid as a measure of fat oxidation. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **31**, 603-609 (1954)
- 12 EL-Shenawy, M.A. and Marth, E.H. : Inhibition and inactivation of *Listeria monocytogenes* by sorbic acid. *J. Food Prot.*, **51**, 525-528 (1988)
- 13 EL-Shenawy, M.A. and Marth, E.H. : Inactivation of *Listeria monocytogenes* by sodium benzoate together with some organic acids. *J. Food Prot.*, **52**, 771-775 (1989)

(2001년 1월 12일 접수)